

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-207723  
(43)Date of publication of application : 28.07.2000

(51)Int.Cl.

G11B 5/66  
G11B 5/72

(21)Application number : 11-003712  
(22)Date of filing : 11.01.1999

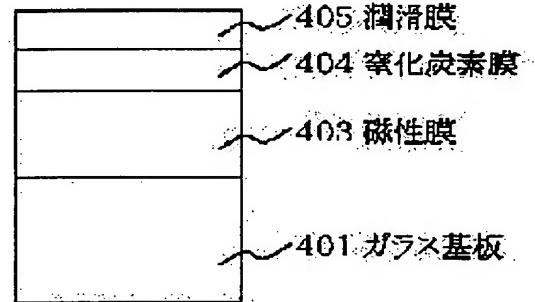
(71)Applicant : SHARP CORP  
(72)Inventor : SATO JUNICHI  
OGIMOTO YASUSHI  
KOJIMA KUNIO  
HAMAMOTO MASAKI  
KATAYAMA HIROYUKI  
SAWAMURA SHINZO

## (54) HEAT ASSISTED MAGNETIC RECORDING MEDIUM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the absorbing rate of laser beams as a heat source by forming a carbon nitride film as a protective film for a heat assisted magnetic recording medium, and to prevent the deterioration due to the oxidization of a magnetic film by the oxidization preventing effect of the carbon nitride film.

**SOLUTION:** A carbon nitride film 404 whose nitrogen content is 0-33 atom.% is used as a protecting film of a heat assisted magnetic recording medium. Thus, effective absorption of laser beams being a heat source can be attained. Also, the deterioration due to oxidization of a magnetic film 403 can be prevented by using the oxidization preventing effect of the carbon nitride film 404. Moreover, the protecting film is constituted as a multi-layer structure in which a layer whose light absorbing rate is high is combined with a layer whose oxidization preventing effect is large so that a magnetic recording medium with high light absorption rate and high oxidization resistance can be manufactured.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**Japan s Publication f r Unexamined Patent Application  
No. 207723/2000 (Tokukai 2000-207723)**

**A. Relevance of the above-identified Document**

This document has relevance to claims 1, 2, and 13 of the present application.

**B. Translation of the Relevant Passages of the Document**

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[INDUSTRIAL FIELD OF THE INVENTION]

The present invention relates to a heat-assisted magnetic recording medium which raises a temperature using a heat source so as to magnetically record and reproduce information on and from a recording area.

[EMBODIMENTS]

[0019]

The manufactured magnetic film is an alloy film made of three metals Tb, Fe, and Co, and is an n-type ferrimagnet whose compensation point is substantially room temperature.

[0020]

As shown in Figure 4, the manufactured sample is so arranged that a first carbon nitride film 402 to be a protection film, the magnetic film 403 (having a film

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

thickness of 100 nm), a second carbon nitride film 404 (having a film thickness of 20 nm) which is a protection film, and a lubrication film 405 are formed in this order on a glass substrate 401 having a thickness of 0.635 mm. The lubrication film 405 is a perfluoropolyoxyalkane-type lubricant, for example.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-207723  
(P2000-207723A)

(43)公開日 平成12年7月28日 (2000.7.28)

(51)Int.Cl.\*

G 11 B 5/66  
5/72

識別記号

F I

G 11 B 5/66  
5/72

テマコート\*(参考)  
5 D 0 0 6

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-3712

(22)出願日 平成11年1月11日 (1999.1.11)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 佐藤 純一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72)発明者 萩本 泰史

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(74)代理人 100103296

弁理士 小池 隆彌

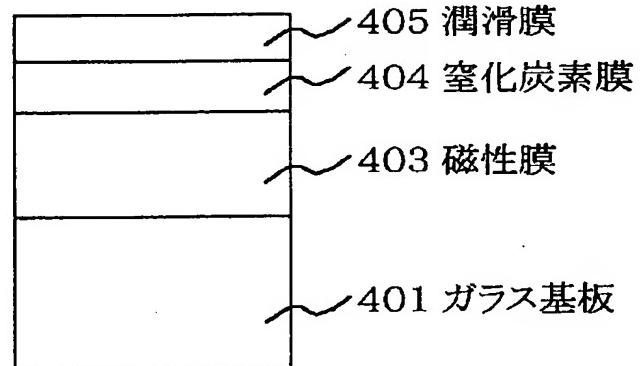
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 热アシスト磁気記録媒体

(57)【要約】

【課題】 热アシスト磁気記録方式では、記録再生時には、記録再生領域をレーザ光を照射することにより加熱する必要がある。そのため、热アシスト磁気記録媒体は、レーザ光を効率的に吸収できる特性と、高温下でも酸化しない特性が必要となる。しかし、保護膜にDLC膜を使用した従来の媒体では、光の吸収率が小さく、また、高温状態に放置すると、保護膜を通しての酸化が進行し、磁性膜が劣化するという問題があった。

【解決手段】 热アシスト磁気記録媒体の保護膜において、窒素含有量が0～33原子%の窒化炭素膜を用いる。それにより、熱源であるレーザ光の効率的な吸収を行うことができる。また、窒化炭素膜の持つ酸化防止効果を利用し、磁性膜の酸化による劣化を防ぐことができる。さらに保護膜を、光の吸収率の大きい層と、酸化防止効果の大きい層を組み合わせた多層構造とすることで、高光吸収率、耐酸化性の両方の特性を持つ磁気記録媒体を作製することができる。



(2)

1

**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 光を熱源として記録媒体の記録領域を局所的に加熱して磁気的に情報を記録又は再生を行う熱アシスト磁気記録再生方式において、上記記録媒体の光入射側に窒化炭素膜を配置すること特徴とする熱アシスト磁気記録媒体。

**【請求項2】** 光を熱源として記録媒体の記録領域を局所的に加熱して磁気的に情報を記録又は再生を行う熱アシスト磁気記録再生方式において、上記記録媒体の光入射側に窒化炭素膜と炭素膜が積層された多層構造の膜を配置することを特徴とする熱アシスト磁気記録媒体。

**【請求項3】** 上記窒化炭素膜と記録層との間に炭素膜を配置することを特徴とする請求項2に記載の熱アシスト磁気記録媒体。

**【請求項4】** 窒化炭素膜の窒素含有量が連続的に傾斜している窒化炭素よりなることを特徴とする請求項1～3に記載の熱アシスト磁気記録媒体。

**【請求項5】** 記録層側における窒素含有量が最小となるように傾斜した窒化炭素膜であることを特徴とする請求項4に記載の熱アシスト磁気記録媒体。

**【請求項6】** 窒化炭素膜の窒素含有量が、33原子%以下であることを特徴とする請求項1～5に記載の熱アシスト磁気記録媒体。

**【請求項7】** 窒化炭素膜の厚みが3～20nmであることを特徴とする請求項1～6に記載の熱アシスト磁気記録媒体。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は熱源による昇温によって記録領域に対し磁気的に情報を記録再生する熱アシスト磁気記録媒体に関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】** 高密度磁気記録再生技術の1つに、例えば特開平4-176034号公報には、略室温に補償点を有するn形フェリ磁性体の磁気記録媒体及びそれを使用したレーザ光による熱アシスト磁気記録再生方式が公開されている。このような熱アシスト磁気記録方式では、記録時には、媒体の記録領域をレーザ光により局所的に昇温させ、保持力を十分に低下させた状態で、外部磁場（記録用磁気ヘッド）により、情報の記録を行う。また再生時にも、レーザ光により再生領域を局所的に昇温させ、残留磁化の強度を大きくし、再生ヘッドにより情報を読み出す。本方式の特長は、熱源にレーザ光を用いることにより、記録トラック幅の縮小、クロストークの低減を可能にするところにある。

**【0003】** こうした熱アシスト方式で従来提案されてきた磁気記録媒体は、ガラス基板、磁性膜、保護膜、潤滑膜により構成されるが、そのなかの保護膜には、アモルファス炭素膜が用いられている。近年、更なる記録密

2

度の高密度化が要求されており、そのため磁気ヘッドと磁性膜との磁気的スペーシングを縮めることが必要となり、その施策の一つとして保護膜を薄くすることが挙げられる。しかし、上記のアモルファス炭素膜では、厚さが20nmになると、ヘッドとディスクの摩耗によって保護膜の剥離、破壊が進行するという問題が生じる。同じ磁気記録分野であるハードディスクでは、新たな保護膜として、薄くとも硬さ、摩耗性に優れる、DLC (Diamond Like Carbon) 膜（特開昭60-155668号公報）や、窒化炭素膜（特開昭60-253021号公報）が提案されている。

**【0004】**

**【発明が解決しようとする課題】** 热アシスト方式による磁気記録媒体では、Tb、Fe、Coの3つの金属からなる合金の磁性膜が用いられている。ところがこうした希土類-遷移金属を用いた磁気記録媒体は、一般に酸化されやすく信頼性に欠けるという問題があった。これは希土類元素であるTbが酸化しやすいためである。特に保護膜が、アモルファス炭素や、DLCである場合、高温状態で動作する熱アシスト記録方式においては保護膜を通して、大気中の酸素が磁性膜まで拡散、進行し、磁性膜の磁気特性が変化してしまう問題があった。本発明者らが実施した、280℃、2時間の耐候（アニール）テストでは、テスト前後のVSM（試料振動式磁力計）測定においても、図8に示す様な不可逆な変化が観測され、その原因が磁性膜の酸化であることをオージェ分析により確認した。図8は、アニール前のヒステリシループとアニール後のヒステリシループを示しており、アニールにより、ヒステリシループが変化していることがわかる。こうした問題を回避するためには、保護膜レベルで酸化の進行を抑制する必要があった。

**【0005】** また熱アシスト記録方式では、磁気記録媒体にレーザ照射を行うため、媒体の光学的な特性を考慮する必要がある。即ちレーザ光を媒体に照射した際にレーザ照射側に保護膜がある場合、その反射を極力抑え、また入射レーザ光を効率的に吸収できる特性が求められる。従来のハードディスク用保護膜として提案されているDLC膜や、窒化炭素膜を用いた媒体では、これらの点に関してはほとんど考慮されておらず、レーザ光を照射した場合、レーザ光の吸収効率が最適でない可能性は十分に考えられる。本発明者らが実施した実験では、DLC膜は、熱アシスト記録方式に用いるレーザ光の波長領域では、図9に示すよう光の吸収率が非常に小さい。さらには、作製条件により吸収率を自由に制御できる膜を作製することが困難なことが確認された。

**【0006】**

**【課題を解決するための手段】** 本発明は、これらの問題を解決するために鋭意検討した結果、発明に至ったものである。

**【0007】** 請求項1に記載の熱アシスト磁気記録媒体

(3)

3

では、上記課題を解決するため、光が入射する側に記録層を保護する膜として窒化炭素膜を用いることを特徴としている。これにより、記録層の酸化を防止するとともに、入射する光を効率良く熱に変換することが可能となり、記録及び再生に必要な光パワーの低減に繋がる。

【0008】請求項2に記載の熱アシスト磁気記録媒体では、窒化炭素膜と炭素膜が積層された多層構造の保護膜を用いることを特徴としている。これにより、記録層の酸化防止機能は窒化炭素膜が分担し、入射光の熱変換を吸収率が窒化炭素膜より高い炭素膜が分担することにより、保護膜としての機能を最大限に発揮することが可能となる。

【0009】請求項3に記載の熱アシスト磁気記録媒体では、請求項2記載の多層構造の保護膜において、窒化炭素膜と記録層との間に炭素膜を配置することを特徴としている。これにより、入射光の熱変換を担う炭素膜が記録層近傍に位置することになり、炭素膜にて生じた熱が効率良く記録層である磁性膜に移動することが可能となる。

【0010】請求項4に記載の磁気記録媒体では、保護膜として窒素含有量が連続的に傾斜している窒化炭素膜を使用することを特徴としている。これにより、膜界面を生じることなく保護膜が作製できるため、膜界面に生じる応力がなく、密着性のより高い保護膜とすることができる。且つ請求項2に記載の磁気記録媒体と同様の効果が得られる。

【0011】請求項5に記載の磁気記録媒体では、請求項4記載の傾斜型窒化炭素膜において、記録層側における窒素含有量が最小となるように傾斜したことを特徴としている。これにより、記録層である磁性膜近傍の保護膜は、炭素膜に近い組成となり入射光の吸収率が最大となる。したがって、磁性膜近傍で発熱が生じて効率良く熱の磁性膜への移動が可能となる。

【0012】請求項6に記載の磁気記録媒体では、請求項1から5記載の窒化炭素膜において、窒素含有量が33原子%以下であることを特徴としている。これにより、光源として使用する波長帯において、吸収率が略0%となることがない。また、通常の反応性スパッタ装置を用いて、常温にて窒化炭素膜を容易に成膜することができる、磁性膜にストレスを与えることはない。

\* 40

4

\* 【0013】請求項7に記載の磁気記録媒体では、請求項1から6記載の窒化炭素膜の厚みとして、最適な値である5~20nmを用いることを特徴としている。これにより、窒化炭素膜によるレーザ光の吸収と磁性膜への熱移動を最も効率よく行うことができる。

【0014】

【発明の実施の形態】(実施例1) 本発明者らは、まず窒化炭素膜の特性を調べるために、窒化炭素膜単体の作製、評価を行った。窒化炭素膜は、DCマグネットロンスパッタ法により作製した。図1に作製したサンプルの断面図を示す。101は基板、102は窒化炭素膜である。基板101にはガラス基板を用いた。スパッタのターゲットにはグラファイトを用いた。スパッタガスには、アルゴンと窒素の混合ガスを用いた。スパッタガス圧は1Paとし、窒素分圧を0~94%まで変化させることにより、膜中に取り込ませる窒素量を制御した。成膜中は基板を水冷した。膜厚は100nmとした。なお、作製した窒化炭素の窒素量は、XPS(X線光電子分光)法により測定を行った結果(図2)、成膜時の導入窒素分圧に比例して増加し、最大33原子%取り込んだ。

【0015】始めに、作製した膜の光学的特性として光の吸収率を測定した。窒化炭素膜の吸収率測定の結果を図3に示す。吸収率は、反射率と透過率を測定し、吸収率=100(%) - 反射率 - 透過率として計算により求めた。図3からわかる様に、窒素量の増大に伴い、吸収率は減少する傾向にある。また、取り込ませる窒素量を変化させることで、吸収率を大きな範囲で制御することができることを見出した。これを、光アシスト磁気記録媒体の保護膜に応用了した場合、レーザ光の効率的な吸収、光学的構造設計が保護膜のレベルで可能になる。

【0016】次に、作製した窒化炭素膜の表面酸素量をXPS法により測定した。比較サンプルとして炭素膜の測定も行った。測定は、まず、成膜しただけのもの(as-deposited)の状態で行い、その後サンプル内部の組成を測定する目的で一定量だけArイオンによるエッチングを行い、再び測定をおこなった。エッチング前後での測定結果を表1に示す。

【0017】

【表1】

	炭素膜の表面酸素量(%)	窒化炭素膜の表面酸素量(%)
as-deposited	14.3	5.4
エッチング後	9.8	1.2

【0018】結果、as-deposited、エッチング後とも、表面酸素量は、炭素膜より窒化炭素膜の方が少なかった。これは、窒化炭素膜は炭素膜に比べ、表

面が酸化される割合も低く、内部への酸化の進行も少ないことを意味する。よって、窒化炭素膜は、炭素膜に比べ、より酸化防止効果があることを確認した。

(4)

5

【0019】次に実際の磁性膜に窒化炭素膜を付けて熱効率の改善を録再実験から検証した。作製した磁性膜は、Tb、Fe、Coの3つの金属からなる合金膜であり、略室温に補償点を有するn形フェリ磁性体で、その組成はTb<sub>24</sub>Fe<sub>23</sub>Co<sub>53</sub>（数字はそれぞれ原子%を示す）である。一方、保護膜の窒素含有量は30%のものを作製した。

【0020】試作したサンプルの構造は図4に示すように、厚さ0.635mmのガラス基板401の上に保護膜となる第1の窒化炭素膜402を成膜し、その上に上記の磁性膜403（膜厚100nm）、保護膜である第2の窒化炭素膜404（膜厚20nm）、潤滑膜405の順に積層して作製した。潤滑膜405には、例えばバーフルオロポリオキシアルカン系潤滑剤を用いた。

【0021】熱アシストとなるレーザ光411はガラス基板側から対物レンズ412で集光して照射し、磁気ヘッド413はその反対側に位置させて記録再生を行った。磁気ヘッドの浮上量は約50nmであった。試作した第1の窒化炭素膜の膜厚は、5nm、10nm、20nm、30nmの4種類である。周波数2MHzの信号を、光パワー6mWにて記録し、その信号を光パワー4mWと6mWで再生した場合のC/N（信号対雑音比）を測定した。薄膜磁気ヘッドで測定した時の結果を、第1の窒化炭素膜が無いサンプルの場合と比較して図5に示す。

【0022】図5から窒化炭素膜を導入することにより、C/N値が増加していることがわかる。これは、レーザ光による発熱が効率良く生じて、磁性膜の磁化が増\*

\*加した結果が反映されている。しかしながら、窒化炭素膜の膜厚が増加すると、今度はC/N値が減少し始める。この減少は、窒化炭素膜で発熱した熱の内、磁性膜に伝導する量が減少してしまうためと推測される。

【0023】したがって、熱効率を鑑みた場合の保護膜の厚さには最適値が存在する。今回の実験では、膜厚は3~20nmの範囲で効果が認められ、5nmが最適であった。

【0024】ただし、レーザ光が磁気ヘッド側から入射する場合は、図6に示す構造となる。各膜の組成は図4と同じである。

【0025】さらに窒化炭素膜の機械的耐久試験として、CSS (Contact Start and Stop) 試験を行った。試験に用いたサンプルは、前述の録再実験に用いたものと基本的に同じであるが、窒化炭素膜の磁性膜への密着性を更に高めるために、窒化炭素保護膜作製時のスパッタ圧を4Paとしたものを用いた。比較サンプルとしてそれぞれアモルファス炭素、DLC膜を保護膜としたサンプルを用いた。試験の条件としては、ヘッドは、荷重1gのものを用いた。ディスク回転数は、3600rpmとし、1000回のCSS試験を行った。その後ディスクの動摩擦力を測定することにより、その大小で耐久性を評価した。表2にその結果を示す。本試験により、窒化炭素膜は、アモルファス炭素、DLC膜に比べ、潤滑性、耐久性に優れることを確認した。

【0026】

【表2】

	炭素膜	DLC膜	窒化炭素膜
CSS 試験前の動摩擦力係数	0.69	0.28	0.12
CSS 試験1000回後の動摩擦力係数	0.90	0.57	0.20

【0027】（実施例2）窒化炭素膜は、窒素含有量が多くなるに従い、耐酸化性は向上すると予測されるが、光の吸収率は低下する。そこで耐酸化性と高吸収率の両方の特性を最大に發揮する記録媒体を作製する目的で、炭素膜、窒化炭素膜の多層構造を保護膜に持つ記録媒体を作製した。

【0028】図7は、本発明の記録媒体の断面図である。701はガラス基板、702は磁性膜、703は炭素膜、704は窒化炭素膜、705は潤滑膜である。基板701は、ガラスディスクを用いた。磁性膜702には、TbFeCo膜（膜厚100nm）をスパッタ法により実施例1と同じ組成に作製した。炭素膜703、窒化炭素膜704は、実施例1に記述した方法により作製

した。窒化炭素膜704の窒素含有量は30%である。炭素膜703から窒化炭素膜704に到る成膜プロセスでは、スパッタガスの窒素分圧比をコントロールするだけでよく、作製は容易である。最後に、潤滑膜705は、スピンドルコーターにより塗布を行った。潤滑膜705として、例えばバーフルオロポリオキシアルカン系潤滑剤を用いた。

【0029】このような構造を作製することにより、大気による酸化は表面の窒化炭素膜704によりブロックされ、熱源であるレーザ光は、磁性膜により近い炭素膜703に効率的に吸収される。

【0030】次に、多層構造保護膜の熱効率改善の検証として録再実験を行った。用いたサンプルは、図4の第

(5)

7

1の窒化炭素膜の部分を、ガラス基板側から窒化炭素膜を10nm、炭素膜を10nmの順に積層した多層構造とした点を除いて、図4に示した構造と同じである。結果、窒化炭素膜20nmの場合と比較して、C/N値は3dB程増加し、熱効率の改善を確認した。これにより、磁性膜の酸化を防止するとともに、入射するレーザ光を効率良く熱に変換することができる記録媒体の作製が可能となり、記録及び再生に必要な光パワーの低減に繋げることができた。

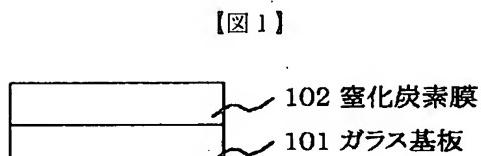
【0031】(実施例3)また、多層構造と同様な効果を発揮させる目的で窒化炭素保護膜の窒素含有量を連続的に直線的に傾斜させたサンプルを作製した。窒素含有量は、磁性膜近傍では略0%として傾斜させた。実施例2と同様な録再実験から多層構造と同程度の熱効率の改善を確認した。この傾斜型の保護膜では、炭素膜と窒化炭素膜との界面に生じる界面応力を無視することができるため、より密着性の大きな保護膜とすることができた。

【0032】

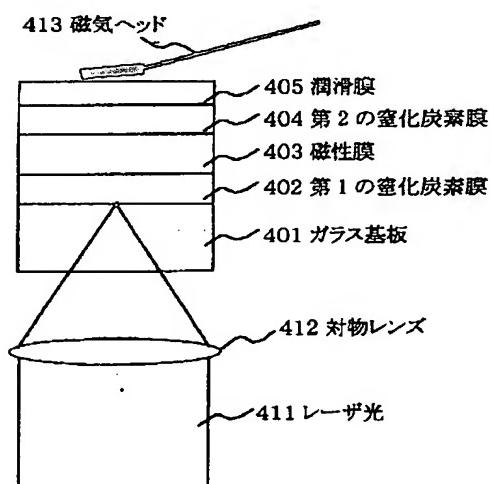
【発明の効果】本発明によれば、窒化炭素膜を熱アシスト磁気記録媒体の保護膜として、熱源としてのレーザ光の吸収効率を改善することができる。また、窒化炭素膜の持つ酸化防止効果により、磁性膜の酸化による劣化を防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】窒化炭素膜のサンプル構成を示した断面の模式



【図4】



8

図である。

【図2】窒化炭素膜の、作製時のスパッタ窒素ガス分圧と窒素含有量との関係を示した図である。

【図3】波長300~800nmの光に対する、窒化炭素膜の吸収率特性を示した図である。

【図4】熱効率の評価を目的として録再実験を行ったサンプルの構成図である。

【図5】熱アシスト磁気記録再生出力を測定した結果を示した図である。

【図6】熱アシスト磁気記録媒体の断面を示した図である。

【図7】多層構造の保護膜を持つ熱アシスト磁気記録媒体の構成を示した断面の模式図である。

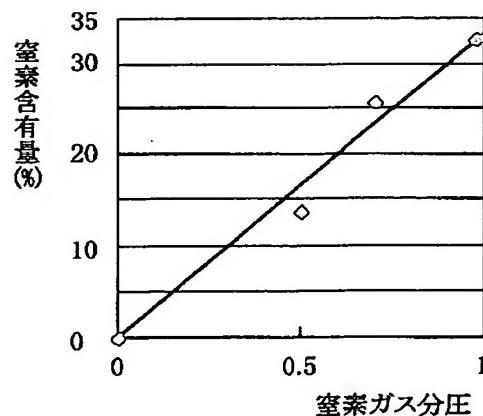
【図8】熱アシスト磁気記録媒体の磁性膜の酸化による劣化をVSM測定により示した図である。

【図9】波長300~800nmの光に対する、DLC膜の吸収率特性を示した図である。

## 【符号の説明】

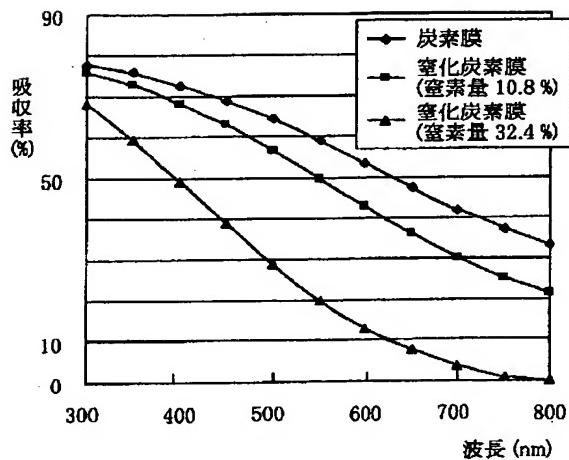
401、701	ガラス基板
402	第1の窒化炭素膜
403、702	磁性膜
404	第2の窒化炭素膜
405、705	潤滑膜
703	炭素膜
704	窒化炭素膜

【図2】

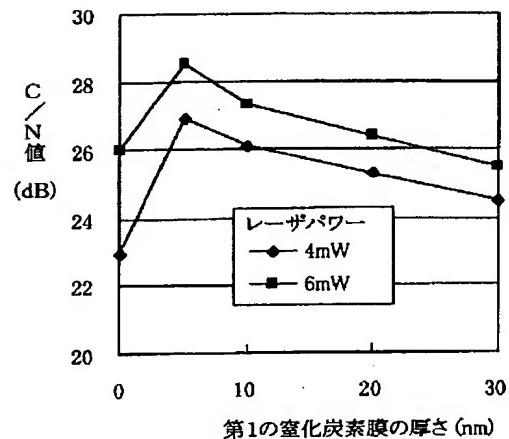


(6)

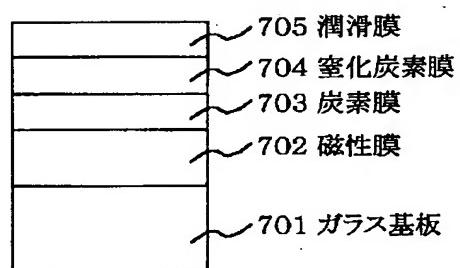
【図3】



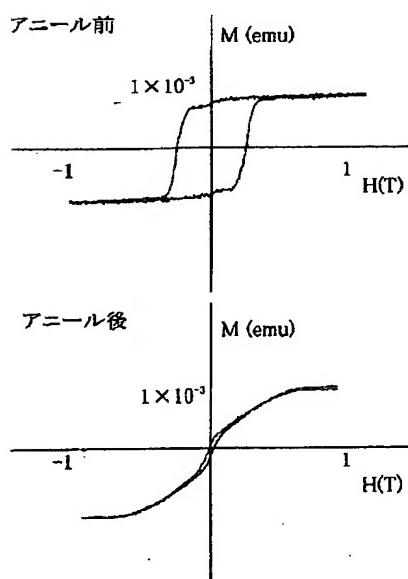
【図5】



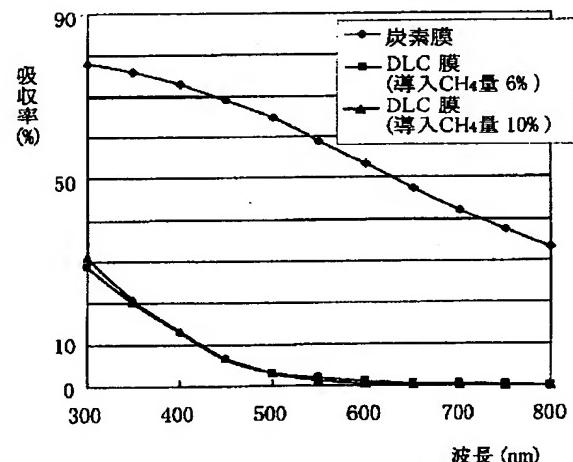
【図6】



【図8】



【図9】



(7)

フロントページの続き

(72)発明者 小嶋 邦男  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤープ株式会社内  
(72)発明者 濱本 将樹  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤープ株式会社内

(72)発明者 片山 博之  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤープ株式会社内  
(72)発明者 澤村 信蔵  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤープ株式会社内  
F ターム(参考) 5D006 AA02 AA05 AA06 BB01 CA01  
CA05 CA06 DA00 DA03 FA01

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**